

PUB-NO: JP401228687A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01228687 A  
TITLE: LASER BEAM WELDING METHOD

PUBN-DATE: September 12, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
MAKINO, YOSHINOBU  
HONDA, KEIZO

COUNTRY

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME  
TOSHIBA CORP

COUNTRY

APPL-NO: JP63055385

APPL-DATE: March 9, 1988

US-CL-CURRENT: 219/121.64

INT-CL (IPC): B23K 26/00; B23K 26/12

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve reliability of a welded joint by performing laser beam welding in a nitrogen atmosphere at the time of projecting a laser beam on stainless steel to perform welding and solving nitrogen in the joint sufficiently to increase strength and toughness of the welded joint.

CONSTITUTION: Air in a machining chamber 5 is replaced with nitrogen gas 9. In this state, the laser beam 2 is projected on the stainless steel 11 which is material to be welded to form a molten part. At this time, the nitrogen can be solved sufficiently in molten metal by making the nitrogen gas pressure in the nitrogen atmosphere almost to the atmospheric pressure. In addition, the nitrogen pressure is increased sufficiently with respect to the joint requiring high strength. By this method, the welded joint excellent in strength and toughness can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1989, JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-228687

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>B 23 K 26/00  
26/12

識別記号

3 1 0

庁内整理番号

S-8019-4E  
8019-4E

④ 公開 平成1年(1989)9月12日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑥ 発明の名称 レーザ溶接法

② 特 願 昭63-55385

② 出 願 昭63(1988)3月9日

⑦ 発 明 者 牧 野 吉 延 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式会社東芝京浜事業所内

⑦ 発 明 者 本 多 啓 三 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式会社東芝京浜事業所内

⑦ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑦ 代 理 人 弁 理 士 佐 藤 一 雄 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

レーザ溶接法

## 2. 特許請求の範囲

1. ステンレス鋼からなる母材を溶接するに際して、溶接熱源としてレーザを用い、窒素雰囲気中においてレーザ溶接を行うことによって、溶接継手部分の窒素含有量を増大させることを特徴とする、レーザ溶接法。

2. 溶接雰囲気中の窒素の圧力を調整することによって、溶接継手部分の窒素含有量を制御することを特徴とする、請求項1記載のレーザ溶接法。

## 3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

本発明は、極低温下において高強度、高じん性が要求される窒素添加オーステナイト系ステンレ

ス鋼等の鋼材のレーザ溶接法に関する。

(従来技術)

核融合炉で適用される超電導マグネット等の極低温用構造材料は、4.2 Kにおいて十分な耐力と破壊じん性値が求められ、たとえば日本原子力研究所の目標値としては、耐力: 1200 MPa 以上、破壊じん性: 200 MPa $\sqrt{m}$ 以上の材料特性が要求されている。

従来から、超電導マグネットのコイル支持材等の極低温用構造材としては、オーステナイト系ステンレス鋼(SUS304L、SUS316LN等)が主として使用されているが、これらの材料は下記第1表に示すように、脱炭素化のために低炭素化されており、さらに強度を高めるために窒素が添加されている。



第 1 表

化 学 成 分 (%)	N	0.225
	Cr	12.23
	Ni	5.09
	S	0.009
	P	0.001
	Mn	22.30
	Si	0.09
	C	0.04
用 意 材 質		22Mn鋼

したがって、上記のような組成の鋼材を溶接する場合、その溶接継手においても当然高い耐力ならびにじん性値が要求される。第3図ならびに第4図は、各々、上記組成のステンレス鋼材の極低温下(4.2K)における、鋼材中の窒素含有量と耐力および破壊じん性の関係を示すグラフである。

ところで、通常、溶接鋼材中の窒素の含有量は減少しやすいことから、特に、溶接金属中の窒素含有量を維持することが継手強度を維持するためには重要となる。

このような点を考慮して、従来の溶接としては、被覆アーク溶接及びMIG溶接が主として使われている。被覆アーク溶接は、フラックス中に窒化物を添加し、これにより溶接金属中の窒素含有量を向上させるものであるが、この方法においては溶接変形が比較的大きくなり精密溶接を行う上で問題がある。一方、MIG溶接にあっては、シールドガスに $N_2$ を混合し、これにより溶接金属への窒素添加を図っているが、この方法においても

被覆アーク溶接と同様に、溶接変形が大きくなり、精密構造物の溶接法には問題が多い。

また、従来、低歪が期待できる高エネルギー密度溶接として、電子ビーム溶接法も知られている。しかしながら、電子ビーム溶接は真空チャンバー( $10^{-3} \sim 10^{-4}$ Torr)内で溶接を行なうので、必然的に鋼中の窒素が蒸発しやすくなり、このため溶接金属中の窒素含有量が母材よりも著しく低下してしまい、十分な継手強度が維持できないという問題があった。

高窒素添加オーステナイト系ステンレス鋼等の溶接において、十分な耐力及びじん性にすぐれた特性を有する溶接継手を得ることができる溶接法を提供することを目的とする。

#### 〔発明の構成〕

(課題を解決するための手段および作用)

上記の目的を達成するために、本発明の溶接法は、窒素添加型ステンレス鋼からなる母材を溶接するに際して、溶接熱源としてレーザを用い、窒素雰囲気中においてレーザ溶接を行うことによ

り、溶接継手部分の窒素含有量を増大させることを特徴としている。

本発明においては、たとえば、溶接母材としての高窒素添加型オーステナイト系ステンレス鋼に対して発振されたレーザ光を集光する光学系と、レーザ雰囲気をつくるためのシールド用BOXと、レーザ発振器を用い、該レーザ加工雰囲気を窒素置換したのち、その雰囲気中でレーザを照射するレーザ溶接法により溶接金属を形成し、この溶接金属中の窒素含有量を増大させ、これにより十分な耐力及び靱性を有する溶接継手を得ることができる。

通常、レーザ溶接法においては、レーザ光を被溶接物に照射したときに生成されるプラズマの除去及び集光レンズ保護を目的として、レーザ光に対して同軸方向にアシストガスを流すことが行われている。しかし、このアシストガスを窒素にただけでは、目的とする溶接金属への窒素添加が有効に行い得ないことは、本発明者らによって確認された。

本発明は、溶接法としてレーザ溶接を行い、窒素雰囲気中でレーザ光を被溶接物に照射し、形成された溶融池に窒素を積極的に溶解させ、溶接金属中の窒素含有量を増大させるものである。このため、溶接金属（溶接継手部分）は、耐力及びじん性の双方にすぐれた特性を有しており、またレーザ光を溶接熱源として用いているので、溶接変形も最小限度に抑えることができる。

#### 〔実施例〕

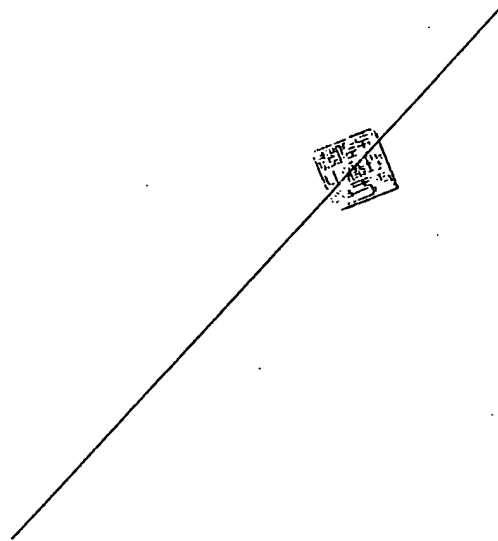
以下、本発明の好ましい実施例について、図面を参照して説明する。

#### 実施例 1

溶接装置は、第1図に示すように大出力のCO<sub>2</sub>レーザ発振器1と、発振されたレーザ光2を伝送するための光学系3と、伝送されたレーザ光2を集光するための集光レンズ4と、レーザ雰囲気をつくるための加工室5と、加工室5を移動させるためのNCテーブル6から構成されており、加工室5は、大気を排気するための排気口7、排気用ポンプ8及び窒素ガス9を吸入するための

吸入口10から構成される。

そして、本実施例においては、被溶接材11として、低温用高窒素添加型オーステナイト系ステンレス鋼（SUS304LN及びSUS316LN）を使用した。なお、本発明で用いることができるオーステナイト系ステンレス鋼の具体例を挙げると下記第2表の通りである。



また、本実施例においては、レーザとして、最大出力10kwの炭酸ガスレーザを用いた。溶接条件は次の通りである。

レーザ出力： 4kw～10kw

集光レンズ焦点距離： 127mm、190mm、254mm、

加工速度： 1000～3000mm/min

焦点設定位置： -6～0mm

板厚： 2～12mm

また、継手の形態は突合せ継手とした。

まず、溶接前の準備として、レーザ雰囲気中の窒素置換を行なう。すなわち、加工室5内の空気を排気口7から排気ポンプ8（ロータリポンプ程度で良い）を用いて排気し、大気分圧を低下させた後、加工室5の吸入口10から窒素ガス9を吸入し、加工室5内を窒素置換する。

この状態で、被溶接材11にレーザ光2を照射し、溶接部を生成させた。このときの窒素ガス圧をほぼ大気圧にすることにより、溶融金属中から散逸する窒素量より溶融金属中に溶解する窒素量

第2表

鋼 材	化 学 成 分 ( % )								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N
SUS304N1	<0.08	<1.00	<2.00	<0.045	<0.03	7.00 ~ 10.50	18.00 ~ 20.00	-	0.10 ~0.25
SUS304N2	<0.08	<1.00	<2.00	<0.045	<0.03	7.50 ~ 10.50	18.00 ~ 20.00	-	0.15 ~0.30
SUS304LN	<0.03	<1.00	<2.00	<0.045	<0.03	8.50 ~ 11.50	17.00 ~ 19.00	-	0.12 ~0.22
SUS316N	<0.08	<1.00	<2.00	<0.045	<0.03	10.00 ~ 14.00	16.00 ~ 18.00	2.00 ~3.00	0.10 ~0.20
SUS316LN	<0.03	<1.00	<2.00	<0.045	<0.03	10.50 ~ 14.50	16.50 ~ 18.50	2.00 ~3.00	0.12 ~0.22
SUS304	<0.08	<1.00	<2.00	<0.045	<0.03	8.00 ~ 10.50	18.00 ~ 2.00	-	-

の方が多くなり、溶接金属中に窒素を十分に含有させることが可能となる。溶接結果の一例を下記第3表に示す。この表に示すように、本発明の方法によれば、両母材とも、溶接金属中の窒素含有量が母材の含有量とほぼ同程度になることが認められた。

第3表

母材	規格	N含有量	溶接金属中
			窒素含有量
SUS304LN		0.15重量%	0.18重量%
SUS316LN		0.17重量%	0.20重量%

## 実施例2

オーステナイト系鋼材を母材とし、レーザを熱源として用い、溶接金属の強度及びじん性が継手として最も望ましい値を得るように溶接金属中の窒素含有量を選定し、これを実施するために雰囲気窒素圧を調整する。第2図は、このときの加工室の窒素圧と溶接金属中の窒素含有量との関係を示すグラフである。

このように、本発明においては、靱性は若干低

る。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例で用いる装置系の概略図、第2図は窒素圧力と溶接金属中の窒素含有量との関係を示すグラフ、第3図は窒素含有量と耐力との関係を示すグラフ、第4図は窒素含有量と破壊じん性値との関係を示すグラフである。

1…発振器、2…レーザ光、5…加工室、8…排気ポンプ。

出願人代理人 佐藤 一 雄

くてもよいが高強度を要する継手に対しては、窒素圧を十分に高くする方法が採用できる。

## 実施例3

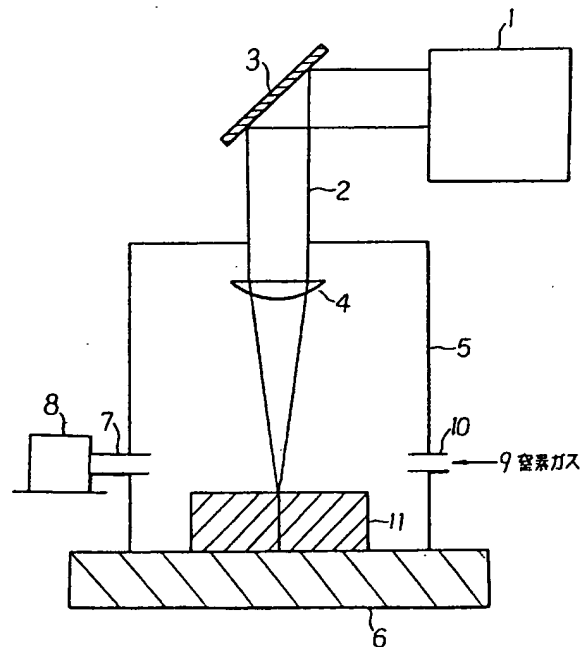
母材を高窒素添加高Mn鋼（例えば、前記第1表の鋼材）とし、実施例1及び実施例2と同様の効果を得ることができる。

## 実施例4

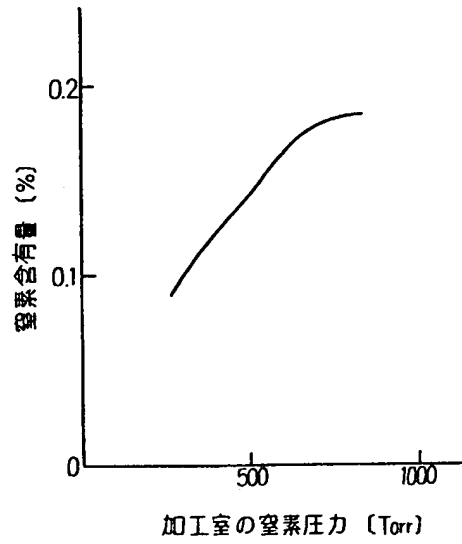
さらに母材が高窒素添加型鋼材以外に、一般の鋼材においても溶接による継手強度低下を防止する目的で、溶接金属中に窒素を添加し、溶接金属の強度を母材に対し、若干上昇させることにより、オーバーマッチングされた溶接継手を形成することもできる。これにより、継手破壊は必ず母材側で生ずる結果となり、溶接金属中の微小欠陥等に起因する不慮の破断を効果的に防止することができる。

## 〔発明の効果〕

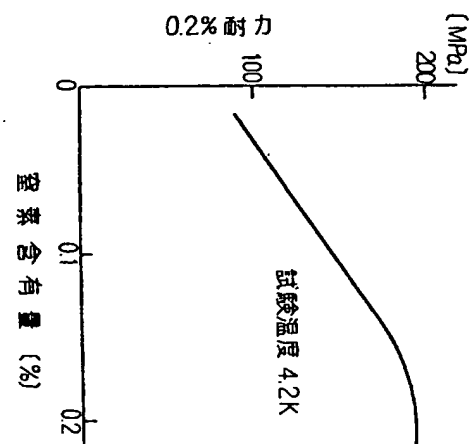
本発明のレーザ溶接法によれば、溶接金属中の窒素含有量を増大させることができるので、強度及びじん性にすぐれた溶接継手を得ることができ



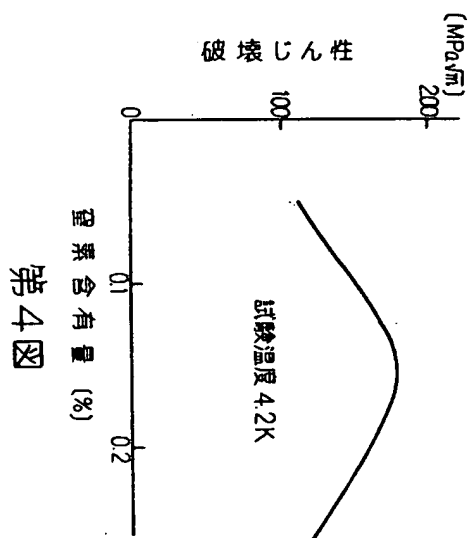
第1図



第2図



第3図



第4図